

⑯ Aktenzeichen: 196 48 594.0  
⑯ Anmeldetag: 23. 11. 96  
⑯ Offenlegungstag: 28. 5. 98

⑯ Anmelder:

Blohm Maschinenbau GmbH, 21033 Hamburg, DE

⑯ Erfinder:

Mushardt, Heinrich, Dr., 21039 Börnsen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

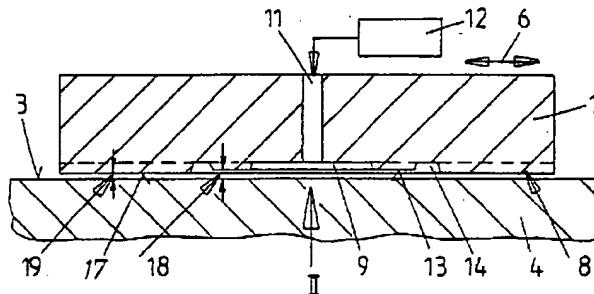
DE 38 31 676 C1  
DE 36 05 054 C2  
DE 26 45 050 C2  
DE 34 08 964 A1  
DE 34 01 583 A1  
CH 6 75 220 A5  
CH 4 45 208  
US 39 03 993  
US 33 22 473

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Hydrostatische Schlittenführung

⑯ Es wird eine hydrostatische Führung für Schlitten (1) von Werkzeugmaschinen (2) beschrieben. Diese Führung weist zwei einander zugewandte, parallele Lagerflächen (3, 8) auf, von denen die erste als Führungsfläche (3) ausgebildet ist und die zweite wenigstens eine Tragfläche (13) mit einer Druckmitteltasche (9) aufweist. Ein der Druckmitteltasche (9) aus einer Zuführleinrichtung (12) zugeführtes Druckmittel erzeugt zwischen der Tragfläche (13) und der Führungsfläche (3) einen Tragspalt (18), wobei das Druckmittel in einem der Tragfläche (13) benachbarten Niederdruckkanal (14) abfließt. Der Niederdruckkanal (14) ist wenigstens abschnittsweise durch ein Dämpfungselement in Form von Dämpfungsflächen (17), die mit der gegenüberliegenden Führungsfläche (3) einen Dämpfungsspalt (19) bilden, begrenzt.

Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß vertikale und horizontale Schwingungen während der Werkstückbearbeitung zuverlässig gedämpft werden.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine hydrostatische Führung für Schlitten von Werkzeugmaschinen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Diese Führung ist insbesondere für den Einsatz auf Schleifmaschinen konzipiert.

Bekannt und allgemein üblich sind für die Linearführung von Schlitten auf Werkzeugmaschinen Rollen- oder Nadelräder, die beispielsweise als Flach- und V-Führungen ausgebildet sein können. Bekannt und gebräuchlich sind als Linearführungen auch hydrostatische Führungen oder Lager bei denen ein mechanischer Kontakt zwischen den Lagerflächen des Schlittens und denen einer stationären Führungsbahn durch Erzeugung und Aufrechterhaltung einer Druckmittelschicht zwischen ihnen vermieden wird. Eine solche hydrostatische Schlittenführung der gattungsgemäßen Art ist beispielsweise in der DE-AS 11 49 591 beschrieben. Dort sind in den Lagerflächen des Schlittens Druckmitteltaschen angeordnet, denen unter einem vorgegebenen Druck ein Druckmittel zugeführt wird, um zwischen den Druckmitteltaschen umgebenden Lagerflächen des Schlittens und den Lagerflächen von Führungsschienen die gewünschten Tragspalte zu erzeugen. Parallel zur Bewegungsrichtung verlaufen Niederdruckkanäle, in denen das durch die Tragspalte aus den Druckmitteltaschen austretende Druckmittel gesammelt und abgeleitet wird. Es wird gegebenenfalls in einem Kreislauf zur Wiederverwendung zurückgeführt.

Die Bewegungen des Schlittens und seine wechselnden Belastungen während der Werkstückbearbeitung können zu Schwingungen führen, die die Qualität der Werkstücke beeinträchtigen können. Durch die DE 42 35 569 A1 ist daher bereits vorgeschlagen worden, für eine Linearführung eines Schlittens auf einer Werkzeugmaschine eigens eine Schwingungsdämpfung vorzusehen. Diese Schwingungsdämpfung ist durch einen Dämpfer realisiert, der einen Dämpfungs- spalt aufweist, der zwischen den sich gegenüberliegenden parallelen Flächen des Schlittens und eines vom Schlitten getragenen Maschinenteils angeordnet, mit einem Dämpfungsmedium gefüllt und von einer elastischen Dichtung dauerhaft eingeschlossen ist. Diese bekannte Schwingungsdämpfung erfordert ein separates Bauteil auf dem Schlitten, das natürlich einen entsprechenden Aufwand bedingt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine weitere hydrostatische Führung der eingangs beschriebenen Art anzugeben.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit den im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen. Fortsetzungen, Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

Gemäß der Erfindung ist in vorteilhafter Weise der hydrostatischen Führung ein Dämpfungselement zugeordnet, das unmittelbar Bestandteil einer der beteiligten Lagerflächen ist. Es wird bei der Bearbeitung der betreffenden Lagerfläche hergestellt und erfordert somit keinen separaten Herstellungsprozeß. Anspruch 2 gibt eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung an, nach der das Dämpfungselement ein an den Niederdruckkanal angrenzender Dämpfungsspalt zwischen einer Dämpfungsfläche und der gegenüberliegenden Führungsfläche ist, in den ein Teil des Druckmittels aus dem Niederdruckkanal eintritt und infolge seiner Viskosität dämpfend auf auftretende Schwingungen wirkt. Die Ansprüche 3 bis 8 geben die Ausbildung und Anordnung der Dämpfungsfläche und des Dämpfungsspaltes betreffende Ausgestaltungen des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Dämpfungselementes an. Die Ansprüche 9 und 10 beziehen sich auf Ausgestaltungen des Niederdruckkanals und Anspruch 11 betrifft eine Variante der Dämpfungseinrichtung nach der Erfindung.

Die Erfindung bietet den Vorteil einer wirksamen Dämpfung von vertikalen und transversalen Schwingungen, die sich während der Werkstückbearbeitung auf einer Werkzeugmaschine, insbesondere einer Schleifmaschine, durch die Bewegungen des Schlittens und die wechselnden Schlittenbelastungen ergeben. Dabei ist die Herstellung der Dämpfungseinrichtung ohne großen zusätzlichen Aufwand möglich, weil die Ausbildung der Kanäle und Dämpfungsflächen bei der ohnehin auszuführenden Bearbeitung der Lagerflächen erfolgt. Auch die Zufuhr von Dämpfungsmedium bedingt keinen zusätzlichen Aufwand, weil das abfließende Druckmedium selbst als Dämpfungsmitel genutzt wird, das im Dämpfungsspalt durch seine Viskosität die Dämpfung von horizontalen und vertikalen Schwingungen bewirkt.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein hydrostatisches Lager entlang der Linie I-I der Fig. 2,

Fig. 2 eine Ansicht der Lagerfläche des in Fig. 1 dargestellten Schlittens in Richtung des Pfeils II der Fig. 1,

Fig. 3 eine zum Teil geschnittene Ansicht entlang der Linie III-III der Fig. 2,

Fig. 4 eine Ansicht entsprechend der Fig. 2 einer anderen Ausführungsform der Lagerfläche des Schlittens,

Fig. 5 eine Ansicht in Richtung des Pfeils V in Fig. 4 und

Fig. 6 eine schematische Ansicht einer Schleifmaschine mit einer hydrostatischen Schlittenführung nach der Erfindung.

Die Fig. 1 bis 3 zeigen ein derzeit bevorzugtes Ausführungsbeispiel der hydrostatischen Schlittenführung gemäß der Erfindung. In Fig. 1 ist ein Längsschnitt durch eine solche Schlittenführung dargestellt, der etwa entlang der Linie I-I der Fig. 2 verläuft. Fig. 2 zeigt eine Ansicht der Lagerfläche des Schlittens in Richtung des Pfeiles II der Fig. 1. In Fig. 3 ist eine teilweise geschnittene Ansicht etwa entlang der Linie III-III der Fig. 2 dargestellt. Die Darstellungen sind nicht maßstäblich.

Mit 1 ist ein Schlitten einer Werkzeugmaschine 2 (vgl.

Fig. 6) bezeichnet, der auf einer Führungsfläche 3 einer Führungsschiene 4 in Pfeilrichtung 6 linear verfahrbar ist. Der Antrieb des Schlittens erfolgt mittels eines herkömmlichen Antriebes, beispielsweise eines Spindeltriebes 7, wie er in Fig. 6 schematisch angedeutet ist. Die Führungsfläche 3 der

Führungsschiene 4 stellt eine stationäre Lagerfläche der hydrostatischen Führung dar. Die Lagerfläche 8 des Schlittens 1 verläuft im wesentlichen parallel zur Führungsfläche 3. Sie weist eine Druckmitteltasche 9 auf, die über eine Druckmittelleitung 11 mit einer Einrichtung 12 zum Zuführen eines Druckmittels in die Druckmitteltasche verbunden ist.

Die Druckmitteltasche 9 ist ringsum von einer Tragfläche 13 umgeben. Um die Tragfläche 13 herum verläuft ein Niederdruckkanal 14. Dieser Kanal ist quer zur Bewegungsrichtung 6 des Schlittens 1 durch Führungsleisten 16 begrenzt.

Zwischen den Führungsleisten 16 begrenzen Dämpfungsflächen 17 den Niederdruckkanal 14, die als gegenüber dem Boden des Niederdruckkanals erhabene Abschnitte der Lagerfläche 8 des Schlittens 1 ausgebildet sind. Ablaufarme 14a des Niederdruckkanals 14 verlaufen parallel zur Bewegungsrichtung 6 zwischen den Dämpfungsflächen 17 und den Führungsleisten 16.

Im Betrieb wird der Druckmitteltasche 9 durch die Zuführereinrichtung 12 über die Druckmittelleitung 11 ein Druckmittel unter einem vorgegebenen Druck zugeführt,

der so geregelt wird, daß zwischen der Tragfläche 13 und der Führungsfläche 3 durch das in die Druckmitteltasche 9 eingebrachte und aus ihr austretende Druckmittel ein Tragspalt 18 entsteht. Der hydrostatische Druck im Tragspalt

trägt den Schlitten. Die Taschengeometrie, der Druckmitteldruck und die Viskosität des Druckmittels werden im allgemeinen so gewählt, daß der Tragspalt 0,01 bis 0,02 mm hoch ist. Die Regelung des Druckmitteldrucks in der Druckmitteltasche 9 erfolgt so, daß die Lastabhängigkeit der Spalthöhe verringert wird und der Tragspalt auch unter wechselnder Last eine nahezu konstante Höhe beibehält.

Das durch den Tragspalt 18 austretende Druckmittel läuft nahezu drucklos in dem Niederdruckkanal 14 ab und wird dabei an den benachbarten Dämpfungsflächen 17 entlanggeleitet. Es kann in den zwischen den Dämpfungsflächen 17 und der Führungsfläche 3 gebildeten Dämpfungsspalten 19 eintreten. Infolge der Enge des Spaltes und der Viskosität des Druckmittels entsteht dabei eine Dämpfung, die normal und tangential zur Ebene des Dämpfungsspaltes wirkt. Der Effekt dieser Dämpfung ergibt sich dadurch, daß sich bei unterschiedlichen Belastungen des Schlittens die Höhe des Dämpfungsspaltes und damit die Menge des in dem Dämpfungsspalt enthaltenen Druckmittels ändert und daß das Druckmittel aufgrund seiner Viskosität dieser Änderung einen Widerstand entgegengesetzt. In gleicher Weise wirkt sich das in den Dämpfungsspalten eingeschlossene Druckmittel bei Schlittenbewegungen in Bewegungsrichtung 6 dämpfend auf Schwingungen in der Bewegungsrichtung aus.

Die Dämpfungsflächen 17 können in einer Ebene mit der Tragfläche 13 liegen, die die hydrostatische Druckmitteltasche umgibt. Im dargestellten Fall erheben sich die Dämpfungsflächen 17 allerdings weiter über den Boden des Niederdruckkanals 14 als die Tragfläche 13, so daß die Dämpfungsspalte 19 enger sind als die Tragspalte 18. Die Höhendifferenz kann bis zu etwa 0,01 mm betragen. Dieses Maß wird so dimensioniert, daß die Dämpfungsflächen 17 bei hoher Last zusätzlich eine Tragfunktion übernehmen und die hydrostatische Tragfläche 13 entlasten. Um zu verhindern, daß in den Dämpfungsflächen bei Schlittenbewegungen ein zu hoher hydrodynamischer Auftrieb entsteht, sollten die Dämpfungsspalte 19 vorteilhafter Weise nur zwischen 0,005 und 0,015 mm variieren. In Dämpfungsspalten dieser Höhe treten die angestrebten Dämpfungseffekte in besonderem Maße auf, weil einer Bewegung in tangentialer Richtung eine geschwindigkeitsproportionale viskose Reibung entgegenwirkt. Einer Bewegung in normaler Richtung setzt das im Dämpfungsspalt befindliche Druckmittelvolumen einen Strömungswiderstand entgegen, wenn es bei Laständerungen herausgepreßt oder hineingesaugt wird.

Die der Führungsfläche 3 zugewandten Stirnseiten 34 der seitlichen Führungsleisten 16 des Schlittens 1 bilden ebenfalls Dämpfungsspalte, die die Dämpfungswirkung noch weiter erhöhen.

Die Dämpfungsflächen 17 sind unmittelbar in die Lagerfläche 8 des Schlittens 1 integriert. Sie bilden mit der Tragfläche 13, der Druckmitteltasche 9 und dem Niederdruckkanal 14 eine bauliche Einheit und erfordern kaum zusätzlichen Herstellungsaufwand. Sie können mit einem Gleitbelag versehen sein, der ihnen einen günstigen Reibbeiwert verleiht. Solcher Gleitbelag kann aus Kunststoff bestehen, z. B. aus SKC 3 oder Turcite B, oder er kann eine Beschichtung aus Metalloxiden oder dergl. umfassen. Die Herstellung der Lagerfläche kann mit konventionellen spanabhebenden Verfahren oder beispielsweise auch durch Abformen erfolgen.

Bei der Ausführungsform der Erfindung entsprechend den Fig. 1 bis 3 verläuft der Niederdruckkanal 14 mit seinen Ablaufarmen 14a in Längsrichtung parallel zur Bewegungsrichtung des Schlittens. Die Ablaufarmen 14a enden an den Stirnenden des Schlittens oder eines mit dem Schlitten verbundenen Führungselementes.

Die Fig. 4 und 5 zeigen schematisch eine andere Variante

der hydrostatischen Führung nach der Erfindung. Fig. 4 stellt eine Ansicht dieser Variante entsprechend der Fig. 2 dar und Fig. 5 entspricht der Fig. 3. Man erkennt in Fig. 4 die Druckmittelzuleitung 11, die Druckmitteltasche 9 und die die Druckmitteltasche umgebende Tragfläche 13. Die Tragfläche 13 ihrerseits ist von einem Niederdruckkanal 21 umgeben, der ringsum vollständig von einer Dämpfungsfläche 22 eingefaßt wird. Über einen Entlastungskanal 23 ist der Niederdruckkanal 21 mit der Zuführeinrichtung 12 verbunden, in welche das austretende Druckmittel zurückgeführt wird. Die Funktion der hydrostatischen Führung sowie des Tragspaltes und des Dämpfungsspaltes stimmen mit der oben im Zusammenhang mit den Fig. 1 bis 3 beschriebenen überein und bedürfen hier keiner erneuten Erläuterung.

Fig. 6 zeigt die Anwendung der hydrostatischen Führung in einer Schleifmaschine. Diese Maschine weist ein Maschinenbett 24 auf, auf welchem ein Werkstücksschlitten 26 in X-Richtung verfahrbar geführt ist. Dieser Werkstücksschlitten 26 trägt ein Werkstück 27. Der Antrieb des Werkstücksschlittens erfolgt mittels eines Spindeltriebes 7, der strichpunktiert angedeutet ist. Der Schlitten 26 ist in einer Flachführung 28 und einer V-Führung 29 geführt. Diese Flach- und V-Führungen 28, 29 sind in der oben beschriebenen Weise als hydrostatische Führungen ausgebildet.

An einer Säule 31 ist ein Schleifspindelstock 32 mit einer Schleifscheibe 33 in Y-Richtung verfahrbar geführt.

#### Patentansprüche

1. Hydrostatische Führung für Schlitten von Werkzeugmaschinen mit zwei einander zugewandten, parallelen Lagerflächen, von denen die erste als Führungsfläche ausgebildet ist und die zweite wenigstens eine Tragfläche mit einer Druckmitteltasche aufweist, einer Einrichtung zum Zuführen eines Druckmittels in die Druckmitteltasche und einem der Tragfläche benachbarten Niederdruckkanal zum Ableiten des Druckmittels, das unter Bildung eines Tragspalts zwischen der Führungsfläche und der Tragfläche aus der Druckmitteltasche in den Niederdruckkanal austritt, dadurch gekennzeichnet, daß der Niederdruckkanal (14, 14a, 21) wenigstens abschnittsweise durch ein Dämpfungselement (17, 22) begrenzt ist.

2. Hydrostatische Führung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfungselement als Dämpfungsfläche (17, 22) ausgebildet ist, welche aus einem gegenüber dem Boden des Niederdruckkanals (14, 14a, 21) erhabenen und zur Führungsfläche im wesentlichen parallel verlaufenden Abschnitt der zweiten Lagerfläche (8) besteht und im Betrieb mit dem gegenüberliegenden Abschnitt der Führungsfläche (3) einen Dämpfungsspalt (19) bildet, der sich mit aus dem Niederdruckkanal eintretendem Druckmittel füllt.

3. Hydrostatische Führung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Dämpfungsfläche (17, 22) in der Ebene der Tragfläche (13) erstreckt.

4. Hydrostatische Führung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Dämpfungsfläche (17, 22) von dem Boden des Niederdruckkanals (14, 14a, 21) größer ist als der der Tragfläche (13).

5. Hydrostatische Führung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Dämpfungsspalt (19) zwischen der Dämpfungsfläche (17, 22) und der Führungsfläche (3) schmäler ist als der Tragspalt (18) zwischen der Tragfläche (13) und der Führungsfläche (3).

6. Hydrostatische Führung nach einem der Ansprüche

1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des Tragspalts (18) im Betrieb etwa 0,01 bis 0,02 mm beträgt.

7. Hydrostatische Führung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des Dämpfungsspaltes (19) im Betrieb etwa 0,005 bis 0,015 mm beträgt. 5

8. Hydrostatische Führung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfungsfläche (17, 22) mit einem den Reibungswiderstand herabsetzenden Material beschichtet ist. 10

9. Hydrostatische Führung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Niederdruckkanal (14, 21) die Tragfläche (13) ringsum umgibt. 15

10. Hydrostatische Führung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Abschnitt eines Niederdruckkanals (14, 14a) in der Bewegungsrichtung (6) des Schlittens (1) verläuft, daß er entlang diesem Abschnitt quer zur Bewegungsrichtung des Schlittens durch eine Führungsleiste (16) begrenzt ist und daß eine der gegenüberliegenden Lagerfläche (3) zugewandte Stirnfläche (34) der Führungsleiste (16) als Dämpfungsfläche vorgesehen ist. 20

11. Hydrostatische Führung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Niederdruckkanal (21) die Tragfläche (13) wenigstens teilweise umgibt und über einen Entlastungskanal (23) mit einer Rückflußleitung (36) verbunden ist, die an die Zuführereinrichtung (12) angeschlossen ist. 25

30

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

Fig. 1

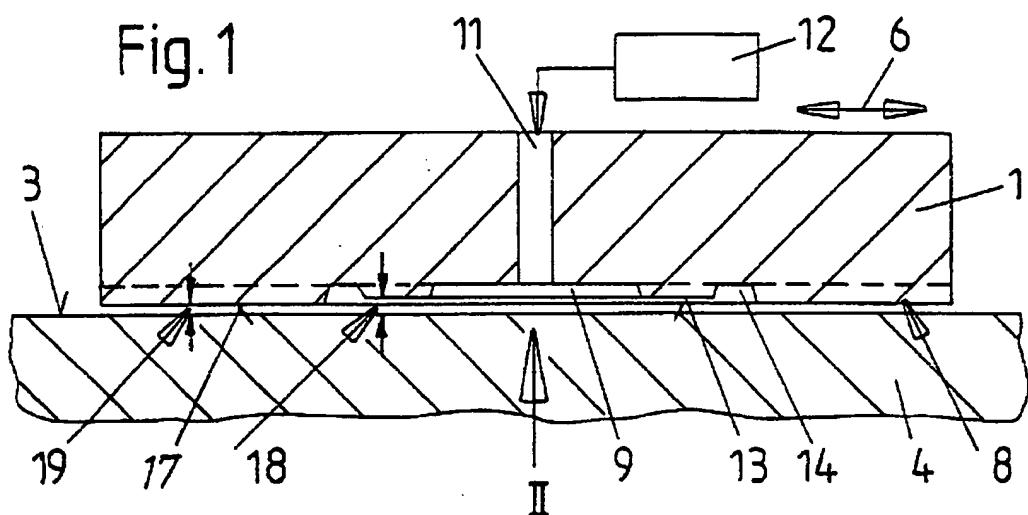


Fig. 2

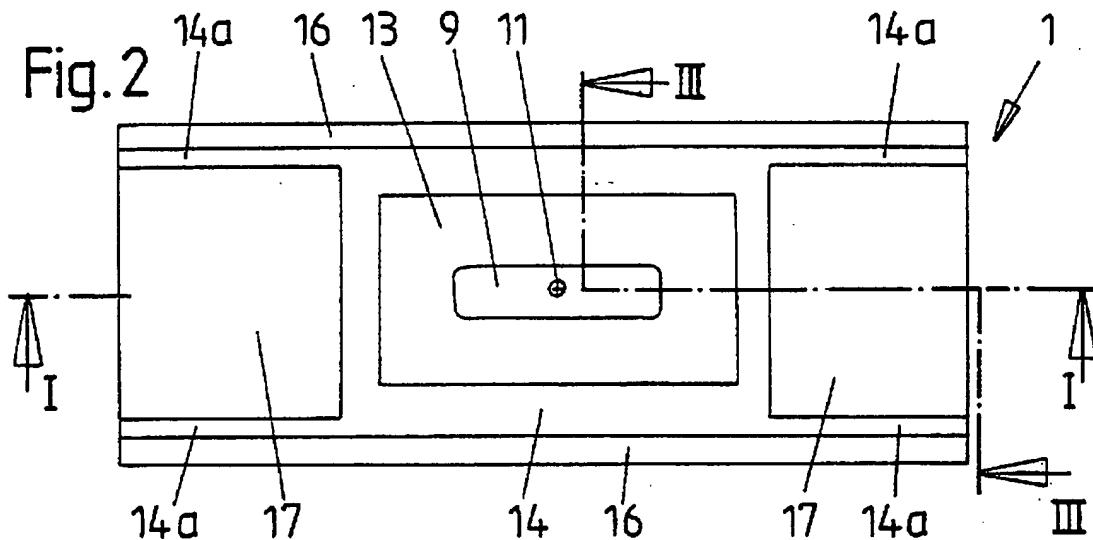


Fig. 3

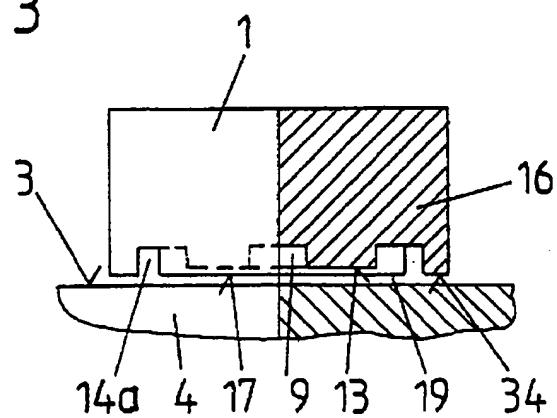


Fig. 4

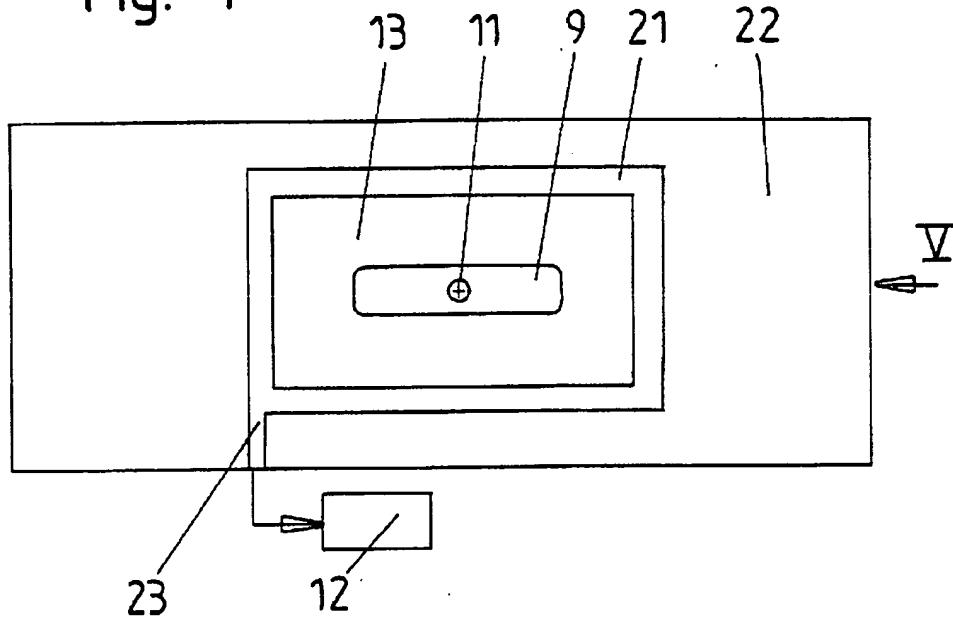
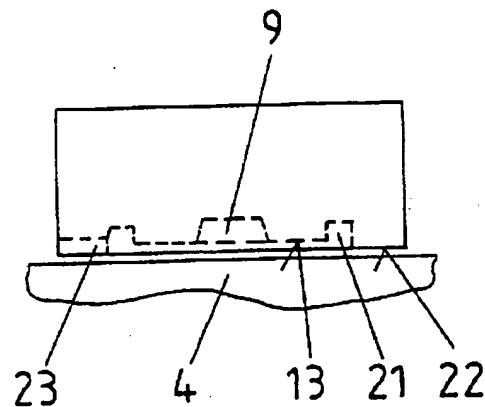
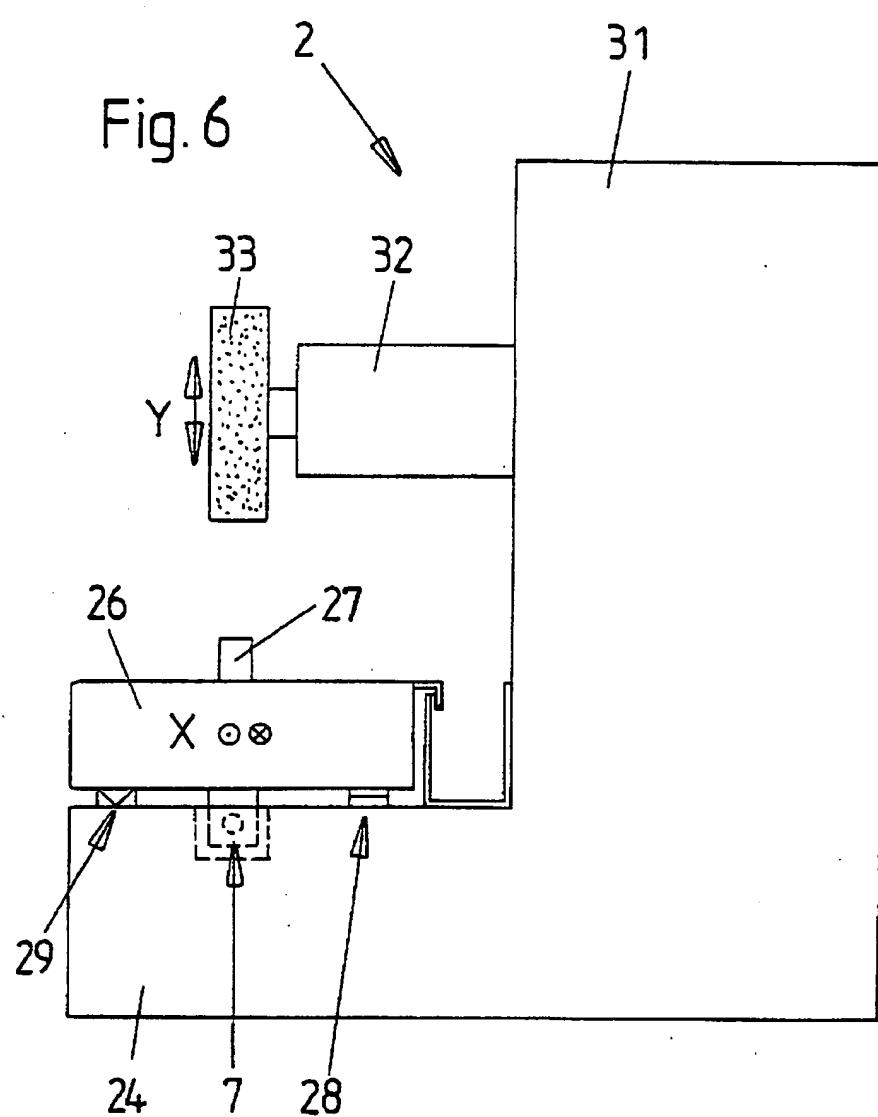


Fig. 5





**German Document 196 48 594 A1****Translation of Abstract****Hydrostatic Carriage Guide**

A hydrostatic guide for carriages (1) of machine tools (2) is described. This guide comprises two parallel bearing surfaces (3, 8) facing each other, the first of which is formed as a guiding surface (3) and the second comprises at least one carrier surface (13) having a pressurizing medium container (9). A pressurizing medium supplied from a supply means (12) to the pressuring medium container (9) generates a carrier gap between the carrier surface (13) and the guiding surface (3), wherein the pressurizing medium is discharged to a low pressure channel (14) adjacent to the carrier surface (13). The low pressure channel (14) is restricted at least in sections by a dampening member in the form of dampening surfaces (17) which form a dampening gap (19) together with the opposite guiding surface (3). The advantage of this arrangement lies in that vertical and horizontal vibrations during a workpiece processing are securely damped.